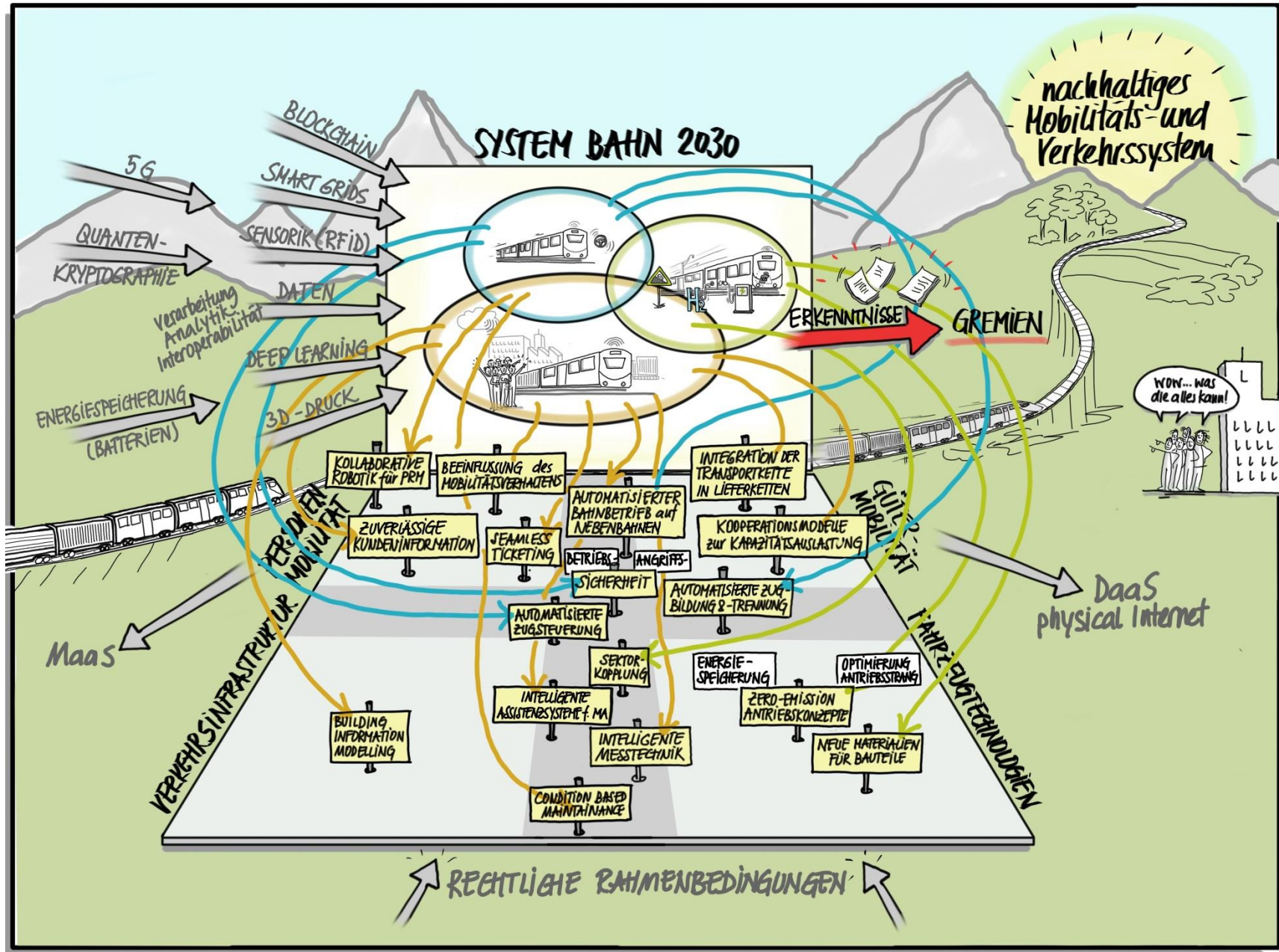


**Ergebnis des Stakeholderprozesses zur
FTI-Themensetzung auf nationaler und
europäischer Ebene zu Automatisierung,
Digitalisierung und Dekarbonisierung des
Systems Bahn**

**Big Picture &
Beschreibung identifizierter
FTI-Themen**



1. **Sektorkopplung**

Das Prinzip der Sektorkopplung sieht eine Vernetzung der bisher unabhängig voneinander betrachteten Bereiche Strom, Wärme und Mobilität vor. Dadurch soll die Integration und Nutzung von Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien forciert und der Einsatz fossiler Energieträger in allen Bereichen reduziert werden. Das Ziel sind Lösungen für eine optimierte Energieversorgung des Systems Bahn.

⇒ Im Falle von konkreteren Fragestellungen könnte das Thema bei zukünftigen Ausschreibungen im Bereich **Verkehrsinfrastrukturforschung** aufgenommen werden.

2. **Zero-Emission Antriebskonzepte**

Die Elektrifizierung außerhalb des Kernnetzes ist aus Kostengründen häufig nicht sinnvoll. Zero-Emission-Antriebskonzepte können hier Abhilfe verschaffen, um einen umweltfreundlichen Bahnbetrieb zu ermöglichen. Forschungs- und Entwicklungsthemen ergeben sich in diesem Zusammenhang z.B. mit der Wasserstoffherzeugung und -speicherung für die Verwendung in der Brennstoffzelle (Stichwort Power2Gas), „Next-Generation-Batterien“ sowie Alternativen zu seltenen Erden-Elementen in Elektromotoren und seltenen Elementen in Batteriezellen, zu denen Europa nur einen eingeschränkten Zugang hat (z.B. Kobalt). Der Einsatz alternativer bzw. hybrider Antriebskonzepte verlangt außerdem die Anpassung und Optimierung des Antriebsstranges. Neue Lösungen, v. a. Antriebskonzepte könnten in Zukunft auch für den Einsatz kleinerer autonomer Einheiten, z.B. Zuggarnituren, gefragt sein.

⇒ Themen zur Wasserstoff-Brennstoffzelle werden voraussichtlich in der 11. Ausschreibung **Mobilität der Zukunft (Frühjahr 2018)** im Themenfeld **Fahrzeugtechnologien** adressiert werden können und Themen zur Batterieforschung in der 12. Ausschreibung **Mobilität der Zukunft (Herbst 2018)** im Themenfeld **Fahrzeugtechnologien** sowie in einer Ausschreibung 2018 des bmvit zu einer **Innovationspartnerschaft**

3. **Neue Materialien für Bauteile**

Leichtbaumaterialien und innovative Fertigungstechnologien helfen Material, Kosten und Energie einzusparen. Hier gilt es zum einen, neue Werkstoffe für die Verwendung im rollenden Material zu identifizieren. Diese sollten die gewünschten Funktionalitäten aufweisen, den hohen Sicherheitsstandards der Bahn gerecht werden sowie eine positive Bewertung in Bezug auf die Umweltwirkungen (Lebenszyklusanalysen) aufweisen. Zum anderen ist der Einsatz innovativer Fertigungstechnologien wie z. B. Additive Manufacturing zur Optimierung von Produktionsprozessen gefragt. Im Zusammenhang mit neuen Materialien und Fertigungstechnologien sollte die Integration bestehender Lösungen aus anderen Branchen, z. B. aus der Automobil- und Luftfahrtindustrie, abgewogen und ggf. angestrebt werden.

⇒ Themen zu Leichtbau werden voraussichtlich im „**Energieforschungsprogramm**“ des Klima- und Energiefonds im **Frühjahr 2018** adressiert werden können.

4. Sicherheit (Safety & Security)

Im Zusammenhang mit zunehmender Digitalisierung und Automatisierung ist die Entwicklung von Lösungen für einen sicheren Bahnbetrieb, sowohl im Bereich der Betriebs- als auch Angriffssicherheit des Systeme unumgänglich. Die inhärente Sicherheit muss den Ausfall einzelner System abfangen. Das muss sich im Design wiederfinden, welches einer entsprechenden Validierung unterzogen werden muss. Auch Cybersecurity gilt es sicherzustellen. So könnten Lösungen im Bereich der gesicherten Kommunikation u. a. auf Quantenkryptographie aufbauen. Ein großes Problem im Bereich der Security stellt die heterogene Architektur der Systeme dar. Hier braucht es geschlossene einheitliche Sicherheitskonzepte.

⇒ Themen zu Safety werden voraussichtlich in der 11. Ausschreibung **Mobilität der Zukunft (Frühjahr 2018)** im **Querschnittsthema System Bahn** adressiert werden können und Themen zu Security in der Ausschreibung **KIRAS (Herbst 2018)**

5. Automatisierte Zugsteuerung

Für die Realisierung eines automatisierten Bahnbetriebs wird die automatisierte Zugsteuerung wesentlich. Aktueller Forschungs- und Entwicklungsbedarf liegt in der vorausschauenden Lokalisierung (anhand eines zuverlässigen Referenzsystems, z.B. satellitenbasiert) und Hinderniserkennung (vor allem durch photonische Systeme wie u.a. intelligente Bildverarbeitungsverfahren), weiterer in der Verwendung künstlicher neuronaler Netze zur Verarbeitung der Informationen sowie im Business Continuity Management, Störfallmanagement, aber auch im Bereich der Automatisierung der Wagen, besonders der Wagen-Wagen-Kommunikation, aber auch der Verknüpfung der Zugsteuerung mit der Infrastruktur. Ziel ist eine erhöhte Auslastung der bestehenden Infrastruktur.

⇒ Themen dazu werden voraussichtlich in der 11. Ausschreibung **Mobilität der Zukunft (Frühjahr 2018)** im **Querschnittsthema System Bahn** adressiert werden können.

6. Automatisierte Zugbildung und –trennung

Auf Rangierbahnhöfen liegt der Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Bereich des automatisierten Verschubs, vor allem des Kuppelns. Die automatische Kupplung wird noch länger auf sich warten lassen, daher braucht es Lösungen, die im ersten Schritt ein automatisiertes Kuppeln ermöglichen. Lösungen im Bereich des automatisierten Verschubs tragen zu einer höheren Effizienz im System Bahn bei.

⇒ Themen dazu werden voraussichtlich in der 11. Ausschreibung **Mobilität der Zukunft (Frühjahr 2018)** im **Querschnittsthema System Bahn** adressiert werden können.

7. Automatisierter Bahnbetrieb auf Nebenbahnen

Der Betrieb von Nebenbahnen ist kostenintensiv, technische Ausrüstungen fehlen, ihr Netzeffekt ist aber wichtig. Unter diesen Rahmenbedingungen braucht es neue Lösungen bzw. neuartige Konzepte für den automatisierten Bahnbetrieb auf Nebenbahnen sowohl für den Güter- als auch Personenverkehr wie den Betrieb von kleineren autonomen Einheiten z. B. Zuggarnituren und auch Lösungen im Bereich des automatisierten Güterumschlags. Die Integration der Nebenbahn ins Gesamtverkehrssystem wie ihre Anbindung an den Straßenverkehr z.B. LKW oder weiteren öffentlichen Verkehrs ist auch von großer Bedeutung.

⇒ Themen dazu werden voraussichtlich in der 11. Ausschreibung **Mobilität der Zukunft (Frühjahr 2018)** im **Querschnittsthema System Bahn** adressiert werden können.

8. Building Information Modeling

Entwicklungsbedarf liegt vor allem in der Anwendung der Methode der Nutzung digitaler Bauwerksmodelle im Tiefbau wie Brücken-, Tunnel- und vor allem Schienenbau und Bau von langen Trassen und der Verknüpfung mit dem Erhaltungsmanagement, Klimamodellen und Mobilitätsbelastungen. Das digitale Modell kann über den gesamten Lebenszyklus als gemeinsame Datenbasis dienen.

⇒ Themen dazu werden voraussichtlich in den Ausschreibungen zur **Verkehrsinfrastrukturforschung D-A-CH 2019** adressiert werden können u. a. weil es dafür vor allem standardisierter Lösungen bedarf.

9. Intelligente Assistenzsysteme für MA

Intelligente Assistenzsysteme unterstützen MitarbeiterInnen von Eisenbahnunternehmen mittels modernster Technologien wie Augmented Reality und Virtual Reality bei Ihren täglichen Routinen. Für das System Bahn liegt das Potential intelligenter Assistenzsysteme z. B. im Einsatz für TriebfahrzeugführerInnen und damit einhergehenden Kosten- und Energieeinsparungen sowie für Personal, das im Zuge von Bau- und Instandhaltungsmaßnahmen während des Betriebs im Gleisbereich tätig ist.

⇒ Im Falle von konkreteren Fragestellungen könnte das Thema bei zukünftigen Ausschreibungen im Bereich **Verkehrsinfrastrukturforschung** aufgenommen werden.

10. Intelligente Messtechnik (Infrastruktur & Rollmaterial)

Intelligente Messtechnik, vor allem im Bereich der Sensorik ist sowohl im Bereich der Schieneninfrastruktur als auch am rollenden Material gefragt und wichtige Voraussetzung um Prozesse in weiterer Folge zu digitalisieren bzw. zu automatisieren. An den Güterwagen soll die Sensorik vor allem dazu dienen, Intelligenz in das System zu bringen. Hier sind vor allem kostengünstige, energieautarke sowie kontaktlose Lösungen mit langer Lebensdauer gefragt.

⇒ Themen dazu werden voraussichtlich in der 11. Ausschreibung **Mobilität der Zukunft (Frühjahr 2018)** im **Querschnittsthema System Bahn** adressiert werden können. Zudem könnten Themen bei zukünftigen Ausschreibungen im Bereich **Verkehrsinfrastrukturforschung** aufgenommen werden.

11. Condition Based Maintenance

Zustandsorientierte und präventive Instandhaltung ist sowohl im Bereich Schieneninfrastruktur (u. a. zur Überprüfung der Fahrwege) als auch dem rollenden Material (Lokomotiven als auch Wagen/Güterwagen/Fahrwerke) ein wichtiges Thema. Forschungs- und Entwicklungsthemen liegen hier im Bereich des Umgangs mit großen Datenmengen wie der Datensammlung und -aufbereitung (virtuelle Sensoren/Sensorfusion) für das Monitoring als auch für Diagnosen. Auf diese Weise sollen Stillstandzeiten reduziert und Verfügbarkeiten erhöht werden.

⇒ Themen dazu werden voraussichtlich in der 11. Ausschreibung **Mobilität der Zukunft (Frühjahr 2018)** im **Querschnittsthema System Bahn** adressiert werden können. Zudem könnten Themen bei zukünftigen Ausschreibungen im Bereich **Verkehrsinfrastrukturforschung** aufgenommen werden.

12. Integration der Transportkette in Lieferketten

Bedarf liegt hier in der Integration von Transportketten in Lieferketten u. a. in Produktionsprozesse. Zentrales Thema ist es, den Datenaustausch entlang der gesamten Transportkette sowohl verkehrsträgerübergreifend als auch für die Lieferkette sicherzustellen. Dies ermöglicht auch neue Herangehensweisen in der Zugplanung und Zugdisposition und optimiert die Auslastung. Derartige Lösungen sind wichtige Voraussetzungen um Delivery as a Service und die Realisierung des Physical Internets zu erreichen.

⇒ Themen zum Forschungsfeld nachhaltige Transportketten und -netzwerken und Forschungsthema Integration umweltfreundlicher Verkehrsträger, aber auch Integration von Daten für Anwendungen im Bereich IVS und Physical Internet werden voraussichtlich wieder in der nächsten Ausschreibung **Mobilität der Zukunft im Themenfeld Gütermobilität (Frühjahr 2019)** adressiert werden können.

13. Kooperationsmodelle zur Kapazitätsauslastung

Es braucht neue Lösungen für unternehmensübergreifende Zusammenarbeit. So können Transportmittel und Ladungsträger gemeinschaftlich genutzt und die Auslastung des rollenden Materials erhöht werden. Auch Blockchain-Technologien können hierfür vielversprechende Ansätze liefern.

⇒ Themen zum Forschungsfeld nachhaltige Transportketten und -netzwerke und Forschungsthema Integration umweltfreundlicher Verkehrsträger als auch Forschungsthema Kooperations- Koordinations- und Sharingmodelle werden voraussichtlich wieder in der nächsten Ausschreibung **Mobilität der Zukunft im Themenfeld Gütermobilität (Frühjahr 2019)** adressiert werden können.

14. Seamless Ticketing

Zunehmende Globalisierung und Digitalisierung gehen nicht nur mit Änderungen des Mobilitätsverhaltens, sondern auch mit neuen Anforderungen der NutzerInnen an das Mobilitätsangebot einher. Eine Antwort auf diese veränderten Rahmenbedingungen ist das Konzept des „Seamless Ticketing“. Dabei sind Lösungen gefragt, die grenz- und/oder verkehrsmodiübergreifendes Ticketing sowie eine Integration des Bezahlsystems ermöglichen. Derartige Lösungen sind wichtige Voraussetzungen für Mobility as a Service.

⇒ Da es zur Umsetzung von Seamless Ticketing vor allem organisatorischer Lösungen und standardisierter Lösungen bedarf, wird das Thema vor allem für europäische und transnationale Ausschreibungen z. B. in **Shift2Rail** als wichtig erachtet.

15. Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens

Zur Erreichung verkehrs- und umweltpolitischer Zielsetzungen ist sowohl die Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens als auch das Setzen von Anreizen zur Änderung dieses häufig unumgänglich. Der Forschungs- und Entwicklungsbedarf liegt hier u.a. bei verhaltensökonomischen Methoden wie z.B. Nudging, die es ermöglichen, Veränderungen im Mobilitätsverhalten zu erzeugen sowie bei der Simulation kognitiver Prozesse, die etwa dem Gewinn eines besseren Verständnisses der Bedürfnisse der NutzerInnen dienen. Als große Herausforderung zeigen sich in diesem Zusammenhang auch die Erfassung und der Zugang zu Mobilitätsdaten u. a. long distance – Reisedaten und der Umgang mit Anforderungen aus dem Datenschutz, die damit verknüpft sind.

⇒ Themen zur Bewusstseinsbildung / Verhaltensveränderung wurden bereits bisher in **Mobilität der Zukunft im Themenfeld Personenmobilität** behandelt und könnten im Forschungsfeld „suffizienten und multimodalen Lebensstilen“ auch in den kommenden Ausschreibungen (Herbst 2018, FJ 2020) eine Rolle spielen (Public Consultation/Onlinebefragung zu Themen für Forschungsagenda ab 23.3.2018). Mobilitätsdatenerfassung für Alltagswege war im Themenfeld Personenmobilität in den letzten Jahren auf der Agenda (und könnte zukünftig mit Fokus „Neue Mobilitätsformen“ auch unterstützt werden), war in der Vergangenheit jedoch nicht mit Fokus „Reise/long distance“ auf der Agenda, wo noch Forschungsbedarf gesehen wird.

16. Kollaborative Robotik für PRM

Die Nutzung der Bahn als Verkehrsmittel stellt Personen mit eingeschränkter Mobilität vor unterschiedlichste Herausforderungen. Der Einsatz kollaborativer Robotik kann eine Ergänzung zu bereits bestehenden Lösungen darstellen und den Zugang zum System für Personen mit eingeschränkter Mobilität erleichtern.

⇒ Themen wurden im Forschungsfeld „Gleichberechtigte Mobilität“ **Mobilität der Zukunft im Themenfeld Personenmobilität** behandelt und könnten auch in den kommenden Ausschreibungen (Herbst 2018, FJ 2020) im Sinne von „Mobilitätsassistenten entlang der gesamten Mobilitätskette“ eine Rolle spielen (Public Consultation/Onlinebefragung zu Themen für Forschungsagenda ab 23.3.2018).

17. Zuverlässige Kundeninformation

Das aktuelle Angebot von Verkehrsinformationssystemen ist sehr fragmentiert und wird damit den Ansprüchen an eine multimodale Mobilität und auch Mobility as a Service nicht mehr gerecht. Hier sind vor allem Lösungen nach dem Prinzip von Linking Services gefragt, die eine zuverlässige als auch verkehrsträger- und grenzübergreifende Kundeninformation bieten.

⇒ Themen zu „Multimodalen Verkehrsinformationen“ wurden in **Mobilität der Zukunft im Themenfeld Personenmobilität** behandelt und könnten auch in den kommenden Ausschreibungen (Herbst 2018, FJ 2020) im Sinne von „Integrierten Mobilitätsangeboten“ (möglicher Themenkomplex auch für ein Leitprojekt“ eine Rolle spielen (Public Consultation/Onlinebefragung zu Themen für Forschungsagenda ab 23.3.2018). Dabei werden auch übergreifende Vorhaben mit dem Thema „15. Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens“ angesprochen. Des Weiteren könnten Thema dazu bei zukünftigen Ausschreibungen im Bereich **Verkehrsinfrastrukturforschung** aufgenommen werden. Da es zur Umsetzung von Kundeninformationen auch standardisierter Lösungen bedarf, wird das Thema auch für europäische und transnationale Ausschreibungen z. B. in **Shift2Rail** als wichtig erachtet.

Viele dieser FTI-Themen haben u. a. Auswirkungen auf **rechtliche Rahmenbedingungen** (vor allem Eisenbahnrecht und/oder Datenschutzrecht). Für die Durchführung von F&E-Vorhaben und vor allem weitere Umsetzung der Ergebnisse wird eine Abstimmung mit den unterschiedlichen Rechtsmaterien erforderlich sein.